

28

Circular Técnica

Concórdia, SC
Dezembro, 2001

Autores

Gustavo J.M.M. de Lima
Eng. Agr., Ph.D.
Embrapa Suínos e Aves
Caixa Postal 21
CEP 89.700-000
Concórdia-SC
gustavo@cnpa.embrapa.br

Eduardo S. Viola
Eng. Agr., M.Sc.

Lilian R. Kratz
Eng. Agr., M.Sc.

Viviane L. Bermudes
Eng. Agr., M.Sc.

Embrapa

Triticale na Alimentação Animal

Dedicatória

Os autores dedicam esta publicação ao Dr. Augusto Carlos Baier, Pesquisador da Embrapa Trigo. Graças ao seu conhecimento e ao lançamento de cultivares adaptados para o Sul do Brasil, a cultura do triticale se tornou conhecida pelos produtores de grãos e de animais, constituindo-se em opção importante para a agricultura de inverno. Seu constante incentivo e persistência contribuíram para os primeiros estudos que envolveram, efetivamente, as disciplinas de melhoramento vegetal e nutrição de suínos e aves no Brasil.

O triticale no Brasil estará sempre associado ao nome do Dr. Baier.



Foto: Dr. Alfredo do Nascimento Júnior - Embrapa Trigo

Trigo duro.



Centeio.



Triticale.

Fotos: Dr. Augusto Carlos Baier - Embrapa Trigo

Fig. 1 - O triticale é resultado do cruzamento entre o trigo duro e o centeio.

1- Introdução

O triticale é um cereal híbrido poliplóide resultante do cruzamento inter específico entre o trigo duro (*Triticum durum*) e o centeio (*Secale cereale*) (Fig. 1).

Os genótipos de triticale híbridos hexaplóides atuais são produzidos de forma artificial. Muitos destes híbridos foram desenvolvidos na Universidade de Manitoba, no Canadá, entre 1954 e 1976, sendo posteriormente melhorados, reproduzidos e testados no Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT) no México, com o objetivo de obter cultivares de ampla adaptação.

No Brasil o triticale foi observado pela primeira vez em 1961 através de uma coleção de cultivares originários do Canadá. Eram vigorosos e resistentes a doenças florais, porém tardios, altos e estéreis. Das coleções recebidas do CIMMYT, a partir de 1969, foram selecionadas linhagens com rendimentos equivalentes ao do trigo, com boa resistência a doenças florais, mas suscetíveis à septória e giberela, doenças da espiga.

Sendo o triticale um cereal de inverno, quando transformado em carne, leite ou ovos, oferece ao produtor a oportunidade de agregar mão-de-obra e valor à produção rural, além de ser uma alternativa de produção de grãos de alto valor energético para alimentação animal neste mesmo período.

O interesse pelo triticale como alimento tem ocorrido em função do seu elevado teor de proteína bruta e aminoácidos, comparado à maioria dos cereais.

O triticale apresenta potencial de combinar parcialmente as características desejáveis do trigo (rendimento, alto índice de colheita, estatura baixa e resistência à germinação pré-colheita) e do centeio (rendimento, espigas grandes, produção de biomassa, sistema radicular profundo, teor mais alto de lisina, tolerância ao frio, às doenças e solos ácidos). Em regiões marginais ao cultivo de cereais de inverno, ocorre a sua maior vantagem: moderada tolerância aos solos ácidos e resistência às ferrugens, ao oídio e às viroses, além de elevado rendimento de grãos.

No Sul do Brasil, grande parte da área cultivada com as culturas de milho e soja no verão são subaproveitadas no inverno, ficando expostas à erosão. O triticale, devido às suas qualidades, tem potencial agrônomo para ocupar esta área, promovendo a colheita deste grão no período de entressafra do milho, quando o custo de produção dos animais são geralmente maiores devido à escassez de grãos para alimentação.

2- Botânica e Genética

O triticale é classificado na família **Gramineae**, subfamília **Pooidae**, tribo **Triticeae** e subtribo **triticineae**. A designação botânica mais usual é **X Triticosecale** Wittmack, sendo também utilizadas

Triticum turgidocereale (Kiss) Mac Key, quando hexaplóide, e **Triticum rimpai** (Wittmack) Mac Key, quando octaplóide.

Um genótipo é dito primário quando provém diretamente do cruzamento entre as espécies ancestrais, o trigo e o centeio; e é considerado secundário quando resulta do cruzamento entre genótipos primários ou destes com secundários. São considerados completos os genótipos de triticale hexaplóides que apresentam todos os sete pares de cromossomos dos genomas 'A' e 'B' do trigo e 'R' do centeio, sendo classificados como substituídos os genótipos de triticale hexaplóides em que um ou mais cromossomos do centeio foram substituídos pelos do trigo.

Morfológicamente, a planta, a espiga e o grão são intermediários entre trigo e centeio, assemelhando-se mais ao trigo. As espigas podem apresentar de vinte a trinta espiguetas com três a cinco grãos. Os cultivares brasileiros apresentam aristas de coloração clara e pilosidade nas glumas e no ráquis. O grão é mais longo que o de trigo e com diâmetro maior que o de centeio.

3- Importância econômica

O triticale ainda não apresenta grande importância econômica como cultura agrícola, mas, ao longo dos anos, sua produção vem aumentando e, por consequência, a utilização deste cereal como fonte energética e protéica na alimentação de suínos e aves.

O cultivo de triticale pode contribuir para reduzir os efeitos da degradação do solo no Sul do Brasil, melhorando a situação econômica de pequenos e médios produtores rurais e também a competitividade da agroindústria de aves e suínos.

O mercado de alimentos alternativos ao milho e soja, especialmente os grãos, como o triticale, tem se desenvolvido lentamente por não serem disponíveis em grandes quantidades que permitam a compra regular pelos fabricantes de rações. Em função de sua composição química, o triticale apresenta potencial para substituir outros cereais na formulação de dietas para animais. Em substituição ao centeio apresenta inúmeras vantagens, entre elas robustez e boa tolerância aos problemas climáticos, além de ser menos suscetível ao acamamento, devido à sua menor altura. Em substituição ao trigo, adapta-se melhor às baixadas de planícies úmidas e às regiões de pecuária em geral e a produção de palha é superior.

Os preços do mercado para os agricultores e para as indústrias que produzem ração, variam entre 90% e 125% do preço do milho na safra, dependendo dos meses do ano e da disponibilidade de milho. O preço do triticale pode ser superior ou equivalente ao do milho, pois aquele compensa o menor valor

energético com maior teor de proteína bruta, além de ser colhido na entressafra do milho.

4- Melhoramento Genético

Elevar o potencial de rendimento de grãos, melhorar a resistência às doenças e à germinação pré-colheita, assim como melhorar a qualidade nutricional e a adaptação aos solos ácidos tem sido alguns dos principais desafios para o melhoramento genético de triticale no Brasil.

Os objetivos do melhoramento do triticale são combinar o alto teor de energia, a alta concentração protéica, a capacidade de produção do trigo com a resistência e a qualidade da proteína do centeio. Embora apresente bom conteúdo de proteína bruta e balanço de aminoácidos, o triticale nem sempre apresenta resultados de desempenho favoráveis. Uma das possibilidades para estes resultados é a presença de fatores antinutricionais como os inibidores de proteases, tripsina e quimotripsina, à baixa palatabilidade, resorcinóis alcalinos e pentosanas solúveis em água.

Os resultados publicados sobre este cereal na literatura são escassos e muitas vezes contraditórios devido ao fato de terem sido utilizados materiais de diferentes origens e muito heterogêneos nas diferentes pesquisas. Os trabalhos realizados são normalmente de comparação e substituição de triticale por fontes de energia como o trigo, milho, sorgo, cevada e centeio. Soma-se a isto, o fato de existir variação entre os numerosos cruzamentos e variedades que foram desenvolvidos.

Apesar do progresso genético já alcançado na resistência às características incidência à giberela, manchas foliares e germinação pré-colheita, a pesquisa no melhoramento genético de triticale deve enfatizar a obtenção de novos genótipos para

incorporar características de adaptação específica ao ambiente dos genótipos de trigo e de centeio cultivados localmente e para aumentar a variabilidade genética. Certamente o trigo e o centeio, cultivados no Brasil há mais de um século, têm características genéticas que podem ser transferidas ao triticale para melhorar a sua adaptação. Da mesma forma, a seleção natural deve ter contribuído para acumular genes favoráveis às adversidades locais. A base genética dos genótipos de triticale, no mundo, é muito estreita e deveria ser ampliada. Isso também se aplica ao Brasil, pois todos os cultivares recomendados foram introduzidos do Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT), localizado no México.

5- Adaptação

Os cultivares de triticale hoje disponíveis no Brasil adaptam-se melhor aos solos com acidez moderada (pH entre 4,5 e 5,5), mais de 3,5% de matéria orgânica e em regiões de altitude superior a 400 metros com temperaturas médias durante o afilamento entre 10,0° C e 12,5° C. Nestas condições, o rendimento de grãos dos ensaios evoluíram de 2300 kg/ha, em 1976, para mais de 8000 kg/ha em 1989.

Para se avaliar os resultados obtidos em experimentos de uso e de rendimento de triticale é imprescindível analisar os dados de clima durante o final de ciclo. Comparando-se o rendimento e peso de hectolitro com dados de precipitação e insolação no mês de outubro, observa-se que durante a década de 90, apenas em 1995 houve insolação superior à normal, neste mês. Nos anos de 1990, 1994, 1996 e 1997 houve o maior déficit de luminosidade e, por consequência, o peso do hectolitro foi menor, conforme apresentado na Tab. 1.

Tab. 1- Médias de precipitação (mm) e de insolação (horas) durante o mês de outubro observadas na Estação Meteorológica da Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS, desvio da normal de 1961/90 (167 mm de precipitação e 202 horas de insolação), e média do peso do hectolitro (PH, kg/hl) e do rendimento (kg/ha) obtidos no Ensaio Brasileiro de Triticale, no RS, de 1987 a 1997.

Ano	Precipitação (mm)	Insolação (h)	Desv. Norm.	PH (kg/hl)	Rendimento (kg/ha)
1997	550	136	- 66	58	1792
1996	159	149	- 53	62	3004
1995	199	216	14	69	2303
1994	309	158	- 44	66	2310
1993	154	185	-17	68	2625
1992	137	171	-31	72	3905
1991	180	194	-8	73	2525
1990	248	166	-36	66	2301
1989	153	226	24	73	4971
1988	144	250	48	73	5356
1987	162	192	-10	72	3988

Baier (1998).

6- Utilização

O triticale pode ser usado para duplo propósito, pois apresenta o potencial de produzir grande quantidade de forragem e a capacidade de rebrotar e produzir altos rendimentos de grãos. Ele é especialmente utilizado na pequena propriedade para produção de forragem verde, silagem de plantas jovens, feno, silagem da planta adulta, silagem de grãos úmidos e grãos secos. Na região Sul do Brasil é possível a produção de duas culturas por ano na mesma área. Com isso, a produção de silagem de planta inteira apresenta a vantagem de liberar mais cedo a área para semeadura de cultura de verão.

Em comparação com o trigo, a extração de farinha a partir do triticale é menor, sendo mais escura e seu glúten é de qualidade inferior, em função de características genéticas e do menor peso do hectolitro. O uso do triticale na alimentação humana foi rejeitado pelas indústrias moageira e panificadora do Brasil. Possivelmente melhorando a qualidade e as relações de preço, a farinha de triticale passe a ser utilizada pura ou em mistura com farinha de trigo para usos diversos.

6.1- Uso do triticale na forma de silagem

A produção de silagem de grãos apresenta-se muito promissora, permitindo a colheita antecipada e a obtenção de uma massa de alta digestibilidade, com elevado teor protéico e de carboidratos digestíveis. Estudos realizados na Inglaterra indicaram que a melhor digestibilidade é obtida quando a planta apresenta de 65 a 70% de umidade. Com a adição de 4% de uréia na silagem foi possível melhorar a digestibilidade das plantas, para ruminantes, mesmo com menos de 50% de umidade.

Em experimentos comparando silagem de azevém, de trigo, de centeio, de triticale e de cevada, observou-se que a digestibilidade do azevém foi superior, mas o centeio e o triticale apresentaram os rendimentos de matéria seca mais elevados (Tab. 2).

Tab. 2 - Rendimento de matéria seca total (MS), digestibilidade (D), rendimento de matéria seca digestível (MSD) e teor de proteína bruta (PB) em silagens de espécies anuais de inverno.

Estádio	MS (t/ha)	D (%)	MSD (t/ha)	PB (%)
Azevém murchado	8,5	78	6,6	13,25
Trigo, grão leitoso	13,5	75	10,1	13,25
Centeio, grão leitoso	14,3	65	9,3	11,40
Triticale, grão leitoso	14,0	68	9,5	12,15
Cevada, grão leitoso	12,8	61	7,8	11,10

Tamburini et al. (1995), citado por Baier (1997).

A qualidade nutricional da silagem é função da matéria prima utilizada. A silagem da planta inteira, próxima da maturação, tem, em geral, rendimento elevado de energia e proteína bruta, porém com baixa digestibilidade, enquanto a silagem de planta jovem tem rendimento menor, alto teor de proteína bruta e boa digestibilidade da matéria seca.

A silagem do grão apresenta boa digestibilidade e maior concentração de energia e de proteína bruta, podendo ser usada para alimentar suínos e bovinos. A silagem é feita quando os grãos têm entre 65% e 70% de matéria seca, sendo estes moídos antes de serem colocados no silo, facilitando a compactação e a fermentação.

Em estudos realizados para avaliar a influência do estágio de maturação, da altura de corte e do comprimento dos segmentos sobre a qualidade da silagem de planta inteira, observou-se que a maior altura de corte e a redução do tamanho dos segmentos da planta foram importantes para obtenção de resteva para a proteção do solo e que o material cortado a 80 cm de altura apresentou menor rendimento total. Entretanto, os teores de matéria seca, energia digestível, ácido láctico e o pH foram melhores. A silagem picada em segmentos menores apresentou valor de pH e teores de ácidos butírico e láctico melhores. O corte da planta mais distante do solo proporcionou rendimento total menor, mas o produto passou a conter maiores concentrações de açúcar, de amido e de proteína bruta, enquanto os segmentos mais curtos permitiram melhor compactação e exclusão de oxigênio melhores. O estágio de maturação não teve grande influência sobre a qualidade da silagem obtida (Tab. 3).

Tab. 3 - Influência da altura de corte da planta e do comprimento dos segmentos da silagem.

Altura de corte	5 cm	40 cm	80 cm
Rendimento Matéria seca (%)	100,0	85,0	52,0
Energia digestível (MJ/Kg MS)	5,4	5,9	6,8
Matéria seca digestível	43,9	45,5	48,7
PH da silagem	4,6	4,5	4,2
Ácido láctico (%)	31,8	37,6	41,3
Ácido butírico (%)	6,5	7,0	6,6

Schneider et al., 1991.

Para se obter uma silagem de boa qualidade, é importante que as plantas sejam picadas em segmentos não superiores a 1 cm de comprimento e que a compactação e a vedação sejam bem feitas.

O triticale pode ser deixado murchar, após o corte, por uns dois dias, até que atinja a umidade ao redor de 65% para depois, então, ser recolhido, picado, transportado e ensilado. O material deve ser picado, em segmentos não superiores a 1 cm, para que possa ser compactado de forma adequada. Esta silagem, conhecida como silagem de plantas murchas, a qual pode ser feita em qualquer estágio,

devendo o triticale ser cortado a cerca de 7 cm de altura. Possui elevados teores de proteína bruta e digestibilidade, sendo especialmente indicada para vacas leiteiras de alta produtividade. Por apresentar um baixo teor de matéria seca (entre 15% e 20%), muito abaixo do requerido para silagem (30 a 35%), a silagem de plantas jovens apresenta a desvantagem da necessidade de murchamento no campo, que é indesejável, já que a baixa pressão de evaporação, normalmente observada no período de colheita pode prolongar o tempo de secagem no campo e, com a possibilidade de chuvas, aumentar o risco de deterioração.

6.2 - Uso do triticale nas dietas de aves e suínos

O uso de triticale em substituição ao trigo (0, 50 e 100%) em dietas de frangos de corte proporciona desempenho inferior às aves, à medida que se aumenta a inclusão de triticale às dietas. Este efeito negativo pode ser corrigido mediante a correção do nível energético das dietas através da adição de gordura. Da mesma forma, a suplementação com 0,5% de DL-metionina promoveu melhoria no ganho de peso das aves alimentadas com dietas a base de triticale.

A utilização de grãos de triticale com baixo teor de proteína bruta requer atenção no atendimento das exigências em aminoácidos, sendo necessária a suplementação com aminoácidos sintéticos como a metionina, lisina e treonina. O efeito negativo do uso de triticale com baixo teor de proteína bruta em dietas de poedeiras, em substituição aos demais grãos, pode ser amenizado quando não há correção para a proteína bruta da dieta, não se alterando a produção de ovos, por exemplo. O mesmo efeito não foi verificado quando foi ajustada a proteína bruta da dieta, o que reduziu o uso das outras fontes de proteína bruta, havendo neste caso um decréscimo na produção de ovos.

O emprego de diferentes níveis de inclusão de triticale em substituição ao milho (0, 25, 50, 75%) em dietas para frangos de corte não afetou o ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar. Da mesma forma, não foram observados efeitos dos níveis de inclusão de triticale sobre o peso da carcaça, peso do fígado e peso da moela. Desta forma, é possível substituir o milho da dieta por triticale em até 75%, sem afetar o desempenho dos frangos de corte, conforme pode ser observado na Tab. 4. Entretanto, outros autores verificaram que dietas com triticale tiveram efeito depressivo sobre o desempenho de frangos.

Tab. 4 - Médias ajustadas do ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte, machos e fêmeas, até os 42 dias de idade, submetidos à dietas com diferentes níveis de substituição do milho pelo triticale.

Variáveis	Níveis de Substituição (%)				
	0	25	50	75	100
GP	1872 ^a	1898 ^a	1881 ^a	1863 ^{ab}	1831 ^b
CR	3567 ^{ab}	3606 ^a	3618 ^a	3569 ^{ab}	3524 ^b
CA	1,91 ^a	1,90 ^a	1,92 ^a	1,92 ^a	1,92 ^a

Médias com letras distintas na mesma linha, diferem significativamente ($P < 0,05$).

Brum et al., 2000.

O triticale apresenta grande potencial para substituir o milho nas dietas para aves. Alguns pesquisadores utilizaram dietas em que metade do milho foi substituído por trigo ou triticale, com base no peso dos grãos. Nestes estudos observou-se que o ganho de peso dos frangos foi superior para as dietas contendo trigo ou triticale em relação a dieta com milho. No entanto, quando houve 100% de substituição, em relação ao peso dos grãos, os animais consumindo dieta com milho apresentaram desempenho superior em relação aos animais consumindo dietas contendo ou trigo ou triticale. Esses autores justificaram que as diferenças no desempenho das aves alimentadas com dietas contendo triticale, como grão predominante, ocorreram devido ao menor conteúdo em energia metabolizável, ao desbalanceamento de aminoácidos e à presença de inibidores de tripsina verificado no cultivar de triticale utilizado.

Para se exemplificar a importância da composição em aminoácidos do triticale na nutrição de frangos de corte, dois cultivares (A476 e A876) foram estudados em combinação com dois níveis de substituição (35 e 70%) de milho por triticale, com e sem suplementação com metionina. Observou-se desempenho similar nas aves quando a substituição de milho por triticale foi ao nível de 35%. Entretanto, quando a substituição do milho foi de 70%, houve redução no ganho de peso de 13,5% nos machos e de 19,1% nas fêmeas com o emprego do cultivar A476 (menor teor de treonina) e de 9,6 e 13,1%, respectivamente, para machos e fêmeas para o cultivar A876 (maior teor de treonina).

Em experimentos realizados com frangos de corte, comparando-se dietas contendo milho, triticale ou trigo em substituição ao milho ou contendo 50% de milho e 50% de triticale ou trigo, balanceadas para aminoácidos sulfurados, lisina, triptofano e arginina, não se observou diferença quanto ao ganho de peso dos frangos de corte. Os animais consumindo as dietas contendo triticale apresentaram uma melhor conversão alimentar do que aqueles alimentados com as demais dietas.

Em outros experimentos com frangos de corte, observou-se que dietas à base de triticale (cultivar Carman) proporcionaram ganhos de peso superiores às dietas à base de trigo, mas sem haver acréscimos significativos na conversão alimentar.

Diferentes níveis de inclusão de triticale em dietas de frangos de corte foi estudado em alguns experimentos, onde se concluiu que os melhores valores de balanço de nitrogênio e ganho de peso diário foram obtidos com nível de 35% de inclusão e que uma diminuição nos parâmetros produtivos foi observada quando o nível de inclusão foi superior a 50%.

Tem sido observado que a substituição de milho ou trigo por triticale em rações para aves e suínos permite reduzir o percentual necessário de farelo de soja na dieta devido ao maior teor de lisina no triticale. Entretanto, o menor teor de energia, em geral, acarreta em pior conversão alimentar, em alguns casos.

O maior conteúdo de lisina, a maior digestibilidade da proteína bruta, o maior teor de fósforo e o melhor balanceamento de minerais tornam o triticale especialmente indicado para alimentação de suínos e de aves.

A substituição de milho por triticale ou por trigo não afetou o desempenho de frangos de corte, enquanto que o centeio, em proporções superiores a 10%, piorou a conversão alimentar.

Alguns autores concluíram que o triticale apresenta de 95 a 100% do equivalente em energia do milho, podendo substituir de 3 a 5% da proteína de soja adicionada à ração para crescimento e para engorda de suínos.

Em experimentos com suínos em crescimento, o triticale pode substituir todo o milho da ração sem prejudicar o desempenho dos animais e, ainda, melhorar a conversão alimentar e reduzir o custo de produção. Esses resultados divergem de outros estudos, em que se observou efeito negativo da substituição do milho por triticale sobre o desempenho de suínos. Porém, na maioria das pesquisas com substituição do milho por triticale não se verificou alteração do consumo de ração e ganho de peso dos suínos. Quando se há redução no consumo voluntário de ração, espera-se que este

efeito negativo seja devido à baixa palatabilidade ou à presença de polissacarídeos não – amiláceos, solúveis em água, no triticale. No entanto, segundo alguns autores, a variedade Beagle 82, que deu origem às variedades produzidas no Brasil, não apresenta problemas relacionados à palatabilidade. Vários estudos vem sendo realizados com triticale na Embrapa Suínos e Aves em colaboração com a

Embrapa Trigo desde 1987. A substituição do milho por triticale em rações de suínos em crescimento e terminação e somente na terminação em níveis crescentes até a completa substituição (dieta à base de farelo de soja e triticale, apenas) foi estudada. Em geral, o ganho de peso dos suínos na fase de crescimento é similar, independente do nível de inclusão de triticale na dieta, conforme apresentado na Tab. 5. Entretanto, o consumo de ração é menor quando o triticale substituiu o milho das dietas acarretando em uma melhor conversão alimentar, especialmente com níveis de substituição de 75% ou mais.

No estudo resumido na Tab. 5, observou-se, no período total de desenvolvimento dos animais (fase de crescimento-terminação), que a substituição do milho por triticale determina reduções no consumo de ração e no ganho de peso dos animais, exceto quando os animais tiveram acesso a dietas com 75% de substituição do milho por triticale, que promoveu resultados nos animais similares àqueles que receberam dietas contendo apenas milho, como grão principal. Entretanto, a conversão alimentar não sofreu influência dos tratamentos. Considerando as características de carcaça, constatou-se que a espessura de toucinho e o rendimento de carne dos suínos que receberam dietas contendo triticale, foram similares àqueles alimentados com a dieta contendo apenas milho, como principal fonte energética. Por outro lado, a profundidade de lombo foi maior com os níveis de 25 e 50% de substituição, sendo que o nível de 50% determinou também maior rendimento de carcaça, em relação ao tratamento testemunha. De maneira geral, pode-se inferir que o triticale pode substituir até 75% do milho das dietas de suínos em crescimento-terminação.

Verificou-se que a substituição de 100% do milho por triticale não influenciou significativamente o ganho diário de peso dos animais, mas reduziu o consumo diário de ração. As melhores conversões alimentares foram obtidas nos níveis de 50 e 75% de substituição. Com relação à qualidade da carcaça dos animais, após o abate, a substituição de mais de 75% do milho por triticale reduziu a profundidade do lombo e o rendimento de carne, aumentando a espessura de toucinho. O preço das dietas aumentou com o incremento de triticale, porém, a bonificação das carcaças e a margem bruta recebida pelos animais (Tab. 6) foram similares até os níveis de 50 e 75%, respectivamente. Concluiu-se que o triticale pode substituir até 75% do milho da dieta de suínos na fase de terminação sem causar efeito depressivo no desempenho dos animais, desde que sejam mantidos os níveis de nutrientes da dieta. O nível ótimo econômico de substituição depende dos preços dos ingredientes que entram na formulação da ração e do preço de bonificação do suíno.

A substituição do milho por triticale também foi estudada em dietas para leitões após o desmame, dos 9 aos 24 kg de peso vivo, utilizando-se níveis de substituição de 0, 25, 50, 75% do milho por triticale (Tab. 7). A substituição de até 100% do milho por triticale não influenciou qualquer das variáveis estudadas durante todo o período experimental, concluindo-se que o triticale pode substituir integralmente o milho da dieta de leitões, sem causar efeito depressivo no desempenho dos animais.

Tab. 5 - Médias ajustadas e respectivos erros padrão para as variáveis ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD), conversão alimentar (CA), peso da carcaça (PC), espessura de toucinho (ET), profundidade de lombo (PFL) e rendimento em carne (RCARN) de suínos em função dos níveis de triticale.

Variáveis	Níveis de substituição (%)				
	0	25	50	75	100
Crescimento					
GPD (g/dia)	807 ^a	779 ^a	770 ^a	811 ^a	766 ^a
CRD (g/dia)	2053 ^a	1933 ^b	1913 ^b	1957 ^{ab}	1859 ^b
CA	2,56 ^a	2,50 ^{ab}	2,50 ^{ab}	2,42 ^b	2,429 ^b
Crescimento-terminação					
GPD (g/dia)	902 ^a	847 ^{bc}	846 ^{bc}	892 ^{ab}	829 ^c
CRD (g/dia)	2498 ^a	2321 ^{bc}	2327 ^{bc}	2382 ^{ab}	2236 ^c
CA	2,79 ^a	2,75 ^a	2,76 ^a	2,67 ^a	2,70 ^a
Carcaça					
PC (kg)	70,3 ^{ab}	69,4 ^{ab}	72,4 ^a	69,7 ^{ab}	66,6 ^b
ET (mm)	20,1 ^{ab}	18,3 ^b	21,6 ^a	20,6 ^{ab}	18,7 ^b
PFL (mm)	53,6 ^c	61,6 ^{ab}	63,7 ^a	58,1 ^{abc}	57,0 ^{bc}
RCARN (%)	54,8 ^a	56,0 ^a	54,2 ^a	54,5 ^a	55,2 ^a
RC (%)	70,7 ^b	73,2 ^{ab}	76,1 ^a	70,2 ^b	71,0 ^b

^{a, b, c} Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem ($P < 0,05$).
Zanotto et al., 1997a.

Tab. 6 - Médias ajustadas e respectivos erros padrão para as variáveis peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD), conversão alimentar (CA), peso da carcaça (PC), espessura de toucinho (ET), profundidade de lombo (PFL), rendimento em carne (RCARN), índice de bonificação da carcaça (BONI) e margem bruta (MB) de suínos em função dos níveis de triticale.

Variáveis	Níveis de substituição (%)				
	0	25	50	75	100
Desempenho					
PI (kg)	55,1 ± 0,86	55,3 ± 0,81	55,7 ± 0,76	55,7 ± 0,78	55,8 ± 0,83
PF (kg)	95,8 ± 1,37	96,4 ± 1,49	96,8 ± 1,48	96,4 ± 1,33	95,0 ± 1,39
GPD (g/dia)	968 ± 23	979 ± 25	981 ± 29	969 ± 19	933 ± 19
CRD (g/dia)	2814 ± 48	2857 ± 77	2744 ± 80	2719 ± 66	2662 ± 46 ^{**}
CA	2,91 ± 0,04	2,92 ± 0,05	2,80 ± 0,03 [*]	2,81 ± 0,03 ^{**}	2,86 ± 0,04
Carcaça					
PC (kg)	67,6 ± 0,79	68,8 ± 1,09	68,6 ± 1,01	69,3 ± 0,98	66,4 ± 0,97
ET (mm)	19,9 ± 0,6	21,4 ± 1,0	21,4 ± 0,8	22,0 ± 1,0 ^{**}	21,8 ± 0,9 ^{**}
PFL (mm)	49,5 ± 1,2	47,8 ± 1,8	48,2 ± 1,5	47,3 ± 1,9	44,8 ± 1,4 ^{**}
RCARN (%)	54,5 ± 0,4	53,4 ± 0,6	53,5 ± 0,5	53,1 ± 0,6 [*]	53,0 ± 0,6 [*]
RC (%)	70,6 ± 0,6b	71,4 ± 0,3	70,9 ± 0,3	71,9 ± 0,4 ^{**}	69,9 ± 0,3
BONI	1,07 ± 0,01	1,06 ± 0,01	1,06 ± 0,01	1,05 ± 0,01 [*]	1,05 ± 0,01 [*]
MB (R\$)	8,00 ± 1,24	7,94 ± 0,99	7,69 ± 0,55	7,88 ± 0,92	3,41 ± 1,02 [*]

^{*}, ^{**} Diferenças aos níveis de 5 e 10% de probabilidade, respectivamente, entre o referido nível de substituição e o nível zero.
Zanotto et al., 1997a.

Tab. 7 - Médias ajustadas e respectivos erros padrão do peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD) e conversão alimentar (CA) de leitões submetidos às dietas contendo diferentes níveis de triticale.

Variáveis	Níveis de substituição (%)				
	0	25	50	75	100
GPD 1-35(g)	414 ± 35	436 ± 10	442 ± 14	446 ± 20	414 ± 33
CRD 1-35 (g)	685 ± 52	702 ± 15	686 ± 17	691 ± 33	644 ± 30
CA 1-35	1,66 ± 0,04	1,61 ± 0,03	1,56 ± 0,05	1,55 ± 0,04	1,58 ± 0,06

Zanotto et al., 1997b.

7 - Aspectos nutricionais

7.1 - Composição química

A composição química do grão de triticale assemelha-se à dos demais cereais de inverno, conforme é apresentado nas Tabs. 8 e 9. Comparado com o milho, que é a fonte tradicional de energia nas dietas de aves e suínos, o triticale possui maior concentração de proteína bruta e menor conteúdo de energia.

Tab. 8 - Composição química média dos grãos de cereais, em base seca.

Parâmetro	Milho	Trigo	Triticale	Centeio	Aveia
Proteína bruta, %	10,4	14,3	14,8	13,4	17,0
Óleo, %	4,5	1,9	1,5	1,8	7,7
Fibra bruta, %	2,4	2,9	13,1	2,6	1,6
Cinza, %	1,5	2,0	2,0	2,1	2,0
Extrato não nitrogenado, %	81,2	78,9	78,6	80,1	71,6

Simmons e Campbell (1976), citado por Baier et al. (1994).

Tab. 9 - Composição nutricional e valores de digestibilidade do triticale (cultivar Lasko).

Nutriente	%
Umidade	13,2
Proteína bruta	11,6
Óleo	2,2
Cinza	1,9
Fibra bruta	2,5
Extrato não nitrogenado	68,7
Amido	58,6
Açúcar	3,5
Nutriente	Digestibilidade (%)
Proteína	90,0
Gordura	58,5
Fibra	21,9
Extrativos não nitrogenados	26,2
Amido	94,1
Açúcar	48,9
Matéria orgânica	75,0
Energia metabolizável	3034 kcal/kg
Energia metabolizável corrigida para N	2949 kcal/kg

Scholtyssek et al. 1986.

A germinação pré-colheita da espiga compromete a qualidade do grão, mas melhora a digestibilidade da proteína e carboidratos. Em anos chuvosos a incidência de doenças da espiga é elevada e a germinação pré-colheita se torna um problema grave, podendo afetar o peso do hectolitro (PH), o qual pode

ser inferior a 65 kg/hl. Nos cultivares recomendados no Brasil o PH geralmente varia entre 65 e 80 kg/hl. Um PH baixo indica deficiente enchimento do grão, associado a um menor valor energético e elevada concentração de proteína bruta.

Na Tab. 10 são apresentados resultados de análises de triticale realizadas na Embrapa Suínos e Aves demonstrando a variabilidade na composição química e valores de energia para suínos e aves.

Através da avaliação de diferentes cultivares de triticale, desenvolvidos em Passo Fundo (RS), quanto ao teor de umidade, proteína bruta e peso do hectolitro (Tab. 11), observou-se grande variabilidade entre os cultivares de triticale, em relação, principalmente, ao conteúdo de proteína bruta e ao peso do hectolitro (kg/hl). O PH dos cultivares PFT-8710 e BR4 foi comparável aos valores médios observados para o trigo.

A composição mineral do triticale apresenta grande importância, especialmente em relação ao fósforo. Alguns cultivares de triticale, como a Beagle 82 e Wintri, podem apresentar o dobro da concentração de fósforo do milho. Este fósforo adicional pode ser de importância econômica, já que proporciona uma economia na quantidade de fósforo suplementado que deve ser adicionado à dieta.

Na Tab. 12 são apresentados os valores de composição química e energia obtidos com suínos e aves de alguns cultivares de triticale produzidos no Brasil, observando-se grandes variações entre cultivares e dentro de um mesmo cultivar. Grande parte dessas variações são atribuídas às condições ambientais em que esses grãos foram obtidos.

7.2 - Energia

O valor de energia bruta do triticale é semelhante ao do trigo, porém inferior ao do milho. O mesmo foi observado em relação aos valores de energia digestível e metabolizável para suínos na faixa de peso entre 43 e 49 kg (Tab. 13). Em outro estudo foi encontrado o valor médio de 2948 kcal/kg obtido com quatro cultivares diferentes (2935; 3020; 2958 e 2878 kcal/kg), que é inferior à EM do milho (3418 kcal/kg) e equivalente à do trigo (3086 kcal/kg).

Outros autores, trabalhando com suínos ao redor de 90 kg de peso corporal, observaram valores de energia bruta variando entre 3994 a 4445 kcal/kg. Esta variação ocorreu em função da diferente concentração de óleo dos cultivares analisados. O coeficiente de digestibilidade da energia foi similar entre os cultivares testados ($86,55 \pm 0,99$), assim como os valores médios de energia digestível e metabolizável encontrados, que foram, respectivamente, 3572 e 3535 kcal/kg (Tab. 14).

A digestibilidade fecal aparente da matéria seca, do óleo e da energia, para suínos, é maior para o milho em comparação ao triticale, ocorrendo o mesmo em relação à energia digestível e metabolizável. Esta constatação é apresentada na Tab. 15, onde pode ser observado também que os coeficientes de digestibilidade foram distintos entre cultivares diferentes.

Tab. 10 - Número de amostras analisadas (N), média, valores mínimo e máximo observados, desvio padrão e erro padrão da média de amostras de triticale analisadas na Embrapa Suínos e Aves.

Parâmetro	N	Média	Mínimo	Máximo	D. padrão	E. padrão
Matéria seca, %	26	87.91	85.45	91.45	1.48	0.29
Proteína bruta, %	27	11.94	8.15	14.03	1.42	0.27
Extrato etéreo, %	19	1.32	0.62	2.32	0.45	0.10
Cinza, %	19	1.51	0.45	2.28	0.41	0.09
Fibra bruta, %	21	2.75	1.92	3.76	0.50	0.11
ADF, %	5	3.37	2.27	3.96	0.64	0.29
NDF, %	4	16.63	12.75	25.72	6.14	3.07
EB, kcal/kg	18	3858	3770	3972	60	14
ED suínos, kcal/kg	6	3159	2928	3316	173	71
EM suínos, kcal/kg	6	3039	2723	3199	190	77
EM aves, kcal/kg	4	3171	3075	3245	71	35
EMV aves, kcal/kg	1	3239	3239	3239	-	-
Ca, %	17	0.03	0.02	0.07	0.01	0.00
P, %	18	0.36	0.27	0.45	0.05	0.01
Mg, %	9	0.14	0.11	0.19	0.03	0.01
K, %	1	0.54	0.54	0.54	-	-
Cu, mg/kg	12	8.56	5.47	19.57	4.01	1.16
Fe, mg/kg	12	78.69	32.65	247.91	59.97	17.31
Mn, mg/kg	11	37.72	26.32	50.74	8.35	2.52
Zn, mg/kg	12	33.40	21.15	43.82	6.71	1.94
Ác. aspártico, %	10	0.79	0.62	1.06	0.14	0.04
Ác. glutâmico, %	10	3.15	2.06	4.16	0.67	0.21
Alanina, %	10	0.65	0.41	2.01	0.48	0.15
Arginina, %	10	0.61	0.51	0.76	0.09	0.03
Cistina, %	8	0.37	0.22	0.44	0.09	0.03
Fenilalanina, %	10	0.52	0.36	0.64	0.08	0.03
Glicina, %	10	0.51	0.45	0.60	0.05	0.02
Histidina, %	10	0.27	0.22	0.33	0.03	0.01
Isoleucina, %	10	0.36	0.30	0.42	0.04	0.01
Leucina, %	10	0.75	0.65	0.90	0.08	0.03
Lisina, %	10	0.40	0.33	0.48	0.05	0.02
Metionina, %	8	0.24	0.13	0.31	0.07	0.02
Prolina, %	10	1.14	0.75	1.54	0.24	0.08
Serina, %	10	0.53	0.38	0.66	0.10	0.03
Tirosina, %	10	0.28	0.20	0.38	0.06	0.02
Treonina, %	10	0.34	0.24	0.42	0.05	0.02
Triptofano, %	11	0.12	0.08	0.16	0.03	0.01
Valina, %	10	0.49	0.42	0.59	0.06	0.02

Lima, 2001.

Não foi observada diferença entre os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e da energia de animais alimentados quatro dietas (dieta 1- milho e soja; dieta 2- triticale e soja; dieta 3- dieta 2 + lisina e dieta 4- dieta 3 + metionina) para suínos em crescimento (28 a 58 kg) entre os tratamentos testados. O coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo foi maior para o tratamento 1 (milho) em relação aos demais (triticale). Isto demonstra que houve uma menor concentração de gordura nas dietas contendo triticale. A digestibilidade da gordura aumenta à medida que aumenta a gordura da dieta em função de uma menor participação de gordura endógena nas fezes.

Tab. 11 - Características físico-químicas dos grãos de cultivares brasileiros.

Cultivar	Peso do hectolitro (kg/hl)	Proteína (%)
CEP-15	69	10,2
CEP-18	70	9,4
CEP-22	73	9,3
IAC-1	67	9,1
IAPAR 13	70	9,1
IAPAR 23	76	9,4
OCEPAR 1	71	9,8
BR-1	69	9,4
BR-2	70	9,3
Trigo	79	11,4

Svoboda et al., 1990.

Nas Tabs. 10 e 12 podem ser observadas as variações nos conteúdos de energia metabolizável obtidos com suínos e aves em amostras de triticale obtidas em diferentes épocas e em função dos cultivares.

7.3 – Proteína e aminoácidos

O grão de triticale apresenta melhor balanceamento de aminoácidos do que o milho e o sorgo, incluindo maior teor de lisina e metionina. No entanto, as dietas que apresentam a substituição do milho por triticale ainda apresentam como primeiro aminoácido limitante a lisina e a metionina, respectivamente, para suínos e aves. O perfil de aminoácidos do triticale é apresentado na Tab. 10, enquanto comparações com os perfis do sorgo e do milho estão apresentados na Tab. 16.

O teor de proteína bruta de diferentes cultivares de triticale varia entre 10,1 a 19,3%, com uma média de 15%, sendo que o conteúdo de lisina varia de 2,32 a 3,42 gramas por 16 gramas de nitrogênio com uma média de 2,96, segundo alguns autores. Na Tab. 10, apresentando dados obtidos com partidas de triticale produzidas em condições

brasileiras, observou-se que a proteína bruta variou, em base de matéria natural, de 8,15 a 14,03% (72%), enquanto a lisina variou de 0,33 a 0,48%, correspondendo, respectivamente a variações de 72 e 45%. Essas diferenças podem ser atribuídas a variações no potencial genético e condições de cultivo, como fertilidade do solo e, especialmente, o nível de adubação nitrogenada. O triticale apresenta um balanço de aminoácidos para suínos e aves melhor do que o de outros cereais. Muitos aminoácidos estão presentes em níveis intermediários entre o trigo duro e o centeio. Como é típico nos demais grãos, o triticale é deficiente em cisteína, metionina, treonina e lisina, sendo que, a lisina é o primeiro aminoácido limitante e a treonina.

Tab. 12 - Composição química e valores de energia obtidos com suínos e aves de cultivares de triticale produzidos no Brasil. Valores expressos na matéria natural.

	BR-4	BR-2	BR-18	IAPAR 23(A)	IAPAR 23(B)
Matéria seca, %	87,98	88,45	88,03	90,30	87,26
CDAMS, %	90,96	87,48	87,82	86,35	ND
Proteína bruta, %	13,21	13,40	11,40	13,23	10,69
Extrato etéreo, %	1,35	1,87	2,03	1,51	1,04
Fibra bruta, %	2,10	2,33	2,94	2,37	2,57
Cinza, %	1,74	0,03	0,02	1,99	1,82
Ca, %	0,04	0,03	0,02	0,04	0,02
P total, %	0,40	0,35	0,42	0,40	0,41
Cu, mg/kg	7,67	8,98	10,82	6,87	6,16
Fe, mg/kg	109,77	54,67	53,34	94,02	37,10
Mn, mg/kg	ND	36,60	48,76	42,58	28,68
Zn, mg/kg	27,40	32,24	37,96	27,53	26,50
Na, %	ND	ND	ND	ND	0,01
K, %	ND	ND	ND	ND	0,25
ADF, %	ND	ND	ND	3,63	3,96
NDF, %	ND	ND	ND	13,03	32,19
Energia, kcal/kg					
Bruta	3774	3821	3879	3942	3855
Digestível, suínos	2948	3082	2928	3313	ND
Metabolizável, suínos	2907	2959	2723	3166	ND
Metabolizável, aves	2848	2939	ND	3200	2695

ND - Não determinado.

Lima et al., 1996.

Os primeiros estudos avaliando o valor biológico da proteína do triticale em comparação ao trigo demonstraram que a qualidade da proteína do triticale foi inferior à do trigo, sendo concluído através de experimentos complementares que a proteína do triticale é deficiente em relação à metionina e à lisina.

Para melhor utilização da lisina e os demais aminoácidos do triticale, as dietas devem ser balanceadas para lisina, não se substituindo o milho, ou outro grão da dieta, pelo triticale, simplesmente com base no teor de proteína bruta. Sob estas condições, o triticale pode ser utilizado para

substituir 75% do milho nas dietas de suínos e frangos de corte, sem detrimentos ao desempenho dos animais, conforme já foi discutido. Sem a realização prévia de análises da composição química do alimento, ou quando o triticales substituir o milho em igual base de peso, não se deve incluir mais que 60% de triticales na dieta. A maior concentração de aminoácidos, especialmente lisina, pode permitir uma redução na quantidade de farelo de soja ou outras fontes de aminoácidos da dieta, que podem ter grandes implicações econômicas.

Alguns autores observaram que o triticales promoveu uma alta retenção de nitrogênio em suínos da raça Duroc com peso corporal entre 43 e 49 kg. Em comparação com a cevada, apresentou valores de retenção inferiores, mas estes não diferiram quando comparados ao milho ou ao trigo (Tab. 17).

A proteína do triticales apresenta níveis marginais de leucina e isoleucina para frangos de corte. Em alguns estudos não foram observados efeitos na produção e peso de ovos quando as dietas foram suplementadas com leucina, isoleucina ou com ambos os aminoácidos (0,15 e 0,28%). Estes resultados indicam que existe deficiência de um outro amino ácido nas dietas à base de triticales, provavelmente a treonina, que é suprida com níveis baixos de inclusão de farinha de peixe, farinha de sangue, farinha de carne e ossos ou farelo de soja. Em geral, a suplementação de dietas com lisina, tendo o triticales como grão principal e independentemente do cultivar, melhora o ganho de peso e também a eficiência de utilização da proteína em aves.

Estudos indicam que a treonina é o segundo amino ácido limitante na proteína do triticales para frangos de corte. A suplementação de dietas contendo triticales e L-lisina com L-treonina e L-valina promoveu aumento linear no ganho de peso e na eficiência alimentar como resultado da inclusão de L-treonina às dietas, enquanto a inclusão de L-valina não causou efeito no desempenho das aves.

Tab. 13 - Valores comparativos de energia dos grãos de triticales, trigo e milho.

Grão	Energia (kcal/kg)		
	Bruta	Digestível	Metabolizável
Milho	3976 ^a	3745 ^a	3560 ^a
Trigo	3709 ^{ab}	3625 ^{ab}	3535 ^{ab}
Triticales	3603 ^c	3522 ^b	3225 ^b

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem entre si, $P < 0,05$.

Cornejo et al., 1973.

Tab. 14 - Balanço de energia influenciado pela cultivar de triticales.

	Variedade			
	MSU1	MSU2	MSU3	MSU4
Energia Bruta (kcal/kg)	3994	4034	4028	4445
Digestibilidade aparente (%)	86,6	85,2	86,8	87,6
Energia Digestível (kcal/kg)	3461	3438	3497	3893
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3413	3403	3454	3869
Energia Metabolizável Aparente (%)	85,4	84,3	85,7	87,1

Erickson et al., 1978.

Tab. 15 - Digestibilidade fecal e ileal da matéria seca, óleo e energia; energia metabolizável e digestível e metabolizável corrigida para retenção de N em suínos (34, 36 e 45 kg).

	Milho	Triticales A	Triticales B
Matéria Seca			
Feces	92,77 a	86,88 b	83,05 c
Íleo	84,17 a	73,97 b	67,63 c
Óleo			
Feces	94,31 a	85,17 b	85,81 b
Íleo	92,08 a	87,14 b	86,22b
Energia Bruta			
Feces	93,42 a	87,06 b	83,51 c
Íleo	85,58 a	76,52 b	70,08 c
ED (kcal/kg)	4080 a	3770 b	3560 c
EM	3660 a	3190 b	3120 b
EM n	3620 a	3130 b	3080 b

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si, $P < 0,05$.

Adaptado: Adeola et al., 1986.

Tab. 16 - Composição de aminoácidos do triticales, do sorgo e do milho.

Aminoácido	Triticales	Sorgo	Milho
Lisina, %	0,34	0,20	0,24
Histidina, %	0,23	0,18	0,24
Arginina, %	0,53	0,30	0,38
Treonina, %	0,29	0,23	0,27
Cisteína, %	0,23	0,15	0,18
Metionina, %	0,17	0,13	0,15
Isoleucina, %	0,37	0,29	0,25
Leucina, %	0,71	0,86	0,88
Fenilalanina, %	0,42	0,32	0,31
Triptofano, %	0,16	0,09	0,06

Fonte: Embrapa, 1991.

Na Tab. 18 são apresentados valores de coeficientes de digestibilidade verdadeira, obtidos com suínos, dos aminoácidos essenciais do triticales e de outros alimentos, obtidos na Embrapa Suínos e Aves. Devido a grande quantidade de informação originada destes ensaios, optou-se por se apresentar apenas os valores referentes ao triticales, o farelo de soja com cerca de 46% de proteína bruta, o milho e

o trigo. Entretanto, através do emprego da técnica de análise de agrupamentos foi possível separar os ingredientes em grupos da maior para a menor digestibilidade da lisina. No primeiro grupo ficaram os farelos de soja com 48 e 46% de proteína bruta; no segundo, o farelo de soja com 44% de proteína bruta e a soja extrusada; no terceiro, o farelo de trigo; no quarto, o triticale e o trigo; no quinto, o farelo residual de milho e o milho; no sexto, o sorgo e finalmente no último grupo, a soja crua e o resíduo de limpeza de trigo, às vezes erroneamente citado como trigoilho.

Tab. 18 - Número de amostras (N) e estimativas dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais (% média \pm erro padrão da média) de alguns alimentos obtidos com suínos em crescimento.

Ingrediente	F. Soja 46	Milho	Trigo	Triticale
Número de partidas	10	39	16	10
Arginina	99,29 \pm 0,10	92,65 \pm 0,84	94,78 \pm 0,63	95,40 \pm 0,51
Fenilalanina	97,63 \pm 0,29	87,75 \pm 1,21	90,30 \pm 1,13	89,93 \pm 1,15
Histidina	98,69 \pm 0,15	92,75 \pm 0,58	94,97 \pm 0,55	94,11 \pm 0,58
Isoleucina	97,84 \pm 0,23	87,08 \pm 1,06	91,41 \pm 0,97	88,03 \pm 1,04
Leucina	97,96 \pm 0,23	92,28 \pm 0,61	92,18 \pm 0,80	91,19 \pm 0,76
Lisina	98,26 \pm 0,19	80,70 \pm 1,74	85,68 \pm 1,63	85,91 \pm 1,09
Metionina	97,41 \pm 0,31	90,33 \pm 0,98	90,60 \pm 1,00	90,30 \pm 1,76
Treonina	97,52 \pm 0,34	83,32 \pm 1,38	86,56 \pm 1,52	86,64 \pm 1,94
Triptofano	97,66 \pm 0,30	79,38 \pm 2,09	80,26 \pm 2,05	76,00 \pm 3,60
Valina	97,24 \pm 0,31	85,87 \pm 1,10	89,29 \pm 1,22	86,49 \pm 0,96

Bellaver et al., 1998.

7.4 - Fatores antinutricionais

Diversos compostos antinutricionais, como taninos, fitatos, resorcinóis, pectinas e inibidores de tripsina já foram encontrados no triticale e, entre eles, as pentosanas hidrossolúveis têm recebido maior destaque.

7.4.1 – Micotoxinas

Alguns autores afirmam não terem sido relatados sintomas de micotoxicoses associadas ao triticale no Brasil. Em estudos com grãos sadios de espigas infectadas, produzidas em Passo Fundo, não foi constatada a presença de zearalenona, em análises realizadas na Embrapa Agroindústria de Alimentos. Porém, atenção especial deve ser dada às sobras de classificação de triticale e de trigo, pois nelas costumam se concentrar os grãos giberelados (esbranquiçados, mais leves e enrugados). Não é provável a presença de outras doenças ou toxinas no triticale, no Brasil.

Como o centeio, o triticale é susceptível à infestação por ergot. É importante lembrar que o ergot é um fungo que contamina o grão, não um fator inerente a ele. Novas variedades estão sendo desenvolvidas e apresentam resistência à infestação por ergot, exemplos são os cultivares Welsh e Carmen. Quando estes cultivares são fornecidos como alimento e a concentração de ergot na dieta fica em torno de 0,1%, é

Tab. 17 - Valores de retenção de nitrogênio como porcentagem do nitrogênio ingerido e absorvido.

Grão	Nitrogênio Retido	
	% Nitrogênio ingerido	% Nitrogênio absorvido
Milho	33,6	41,4 a
Cevada	39,9	51,9 b
Trigo	33,2	37,9 a
Triticale	34,4	40,2 a

Médias, na coluna, seguidas de letras distintas diferem entre si (P < 0,05).

Cornejo et al., 1973.

improvável que qualquer problema relacionado com contaminação com ergotisol se desenvolva em suínos em crescimento.

Outros fatores antinutricionais observados no triticale são inibidores de proteases, tripsina e quimiotripsina que reduzem a digestibilidade da proteína ao se ligarem às enzimas digestivas, tripsina e quimiotripsina. Existe variação entre cultivares com respeito aos níveis do inibidor de tripsina, portanto, é possível obter cultivares com níveis reduzidos deste inibidor.

Cultivares de triticale desenvolvidos antes de 1975 continham níveis de inibidores de proteases, tripsina e quimiotripsina, que podiam limitar o desempenho de suínos e aves, prejudicando a adoção deste cereal nas dietas destinadas a estas espécies. A digestibilidade da proteína do triticale, o desempenho dos animais e a palatabilidade das dietas utilizando estas variedades podem ser parcialmente explicadas pela variação dos teores de proteases encontrados. Entretanto, os híbridos recentes apresentam níveis aceitáveis destes inibidores, comparáveis com os observados no milho.

Pentosanas solúveis (xilose + arabinose) também são observadas no triticale, que como as β -glucanas da cevada, são conhecidas pela capacidade de formar géis em contato com a água, dando origem a soluções viscosas que retardam a absorção de nutrientes. É postulado

que as pentosanas formam ligações complexas com a fração albúmen da proteína. Também é sugerido que as pentosanas aumentam o volume da dieta, em função de sua capacidade de reter água no trato gastrointestinal, provocando uma depressão no consumo de alimentos. Os polissacarídeos não amiláceos e as pentosanas (xilose + arabinose) são encontradas no triticale em concentrações intermediárias as observadas no trigo e no centeio (Tab. 19).

Outros fatores que tem sido identificados no triticale incluem resorcinóis alcalinos e taninos, entretanto, os níveis são geralmente baixos e desta forma sua presença usualmente é de menor importância na formulação das dietas.

Tab. 19 - Composição química média (%MS) dos grãos de trigo, triticale e centeio.

Componentes	Trigo	Triticale	Centeio
Amido (%)	66,0 a 72,0	62,0 a 70,0	64,0 a 66,0
Proteína (%)	10,0 a 15,0	9,0 a 17,0	9,0 a 11,0
Gordura (%)	1,9 a 2,5	1,0 a 2,9	2,4 a 2,7
Fibra (%)	9,0 a 13,0	10,0 a 18,0	13,0 a 17,0
Cinzas (%)	1,1 a 1,8	1,1 a 3,0	1,7 a 2,0
Pentosanas solúveis (%)	1,1	1,2	2,4

Baier, 1995.

7.4.2 - Polissacarídeos não amiláceos

A presença dos polissacarídeos não amiláceos pode influenciar de forma significativa a hidrólise, a degradação e a absorção do amido, dos lipídios e da proteína no intestino delgado dos animais, especialmente em monogástricos.

Os polissacarídeos são elementos naturais de alto peso molecular, formados por unidades de monossacarídeos. Alguns apresentam, portanto, função de reserva tanto de mono como de dissacarídeos, enquanto outros tem função estrutural ou de incrustação, sendo encontrados nos vegetais. Os polissacarídeos não amiláceos são classificados como solúveis ou insolúveis em função da capacidade de formar solução homogênea ou não com a água.

Os polissacarídeos não amiláceos solúveis apresentam propriedades físico-químicas que lhes conferem algumas características, como capacidade de retenção de água, capacidade de troca iônica, retenção de íons da dieta e formação de géis que promovem algumas alterações fisiológicas em animais monogástricos, com as quais estão associadas algumas disfunções digestivas. Estas provocam, em alguns casos, perdas de desempenho em animais alimentados com dietas ricas nestes

compostos, principalmente aquelas à base de cereais.

Os teores de polissacarídeos, especialmente as pentosanas compostas por xilose e arabinose, têm sido muito estudadas, pois retardam e dificultam a digestão e a absorção pelo aumento da viscosidade do bolo alimentar. As diferenças entre cultivares de triticale, no consumo de ração por aves, devem ser atribuídas, em parte, ao teor de pentosanas solúveis. Na Tab. 20 são apresentados resultados de análises de grãos com teores de carboidratos no trigo, triticale e centeio.

As pentosanas, assim como os β - glucanos de cevada, são conhecidas por sua capacidade de formar géis, dando origem a emulsões viscosas que retardam a absorção de nutrientes. O triticale geralmente apresenta teores intermediários entre o trigo e o centeio em termos de polissacarídeos não amiláceos e pentosanas, os quais são os principais responsáveis pela pior conversão alimentar do centeio e de alguns cultivares de triticale, em menor grau.

Não foram detectados fatores antinutricionais em sete cultivares de triticale de inverno, da Europa. Porém constatou-se que a energia metabolizável foi altamente correlacionada ($r = 0,99$) com o teor de fibra característico de cada cultivar, sendo que a concentração de polissacarídeos constitui-se como o principal fator a ser considerado na digestibilidade do triticale.

Tab. 20 - Composição de alguns parâmetros químicos em grãos de trigo, triticale e centeio.

	Trigo	Triticale	Centeio
Açúcares livres, %	1,4 a 4,4	3,0 a 7,1	5,6 a 6,7
Amido, %	66,0 a 72,0	62,0 a 70,0	64,0 a 66,0
Proteínas, %	10,0 a 15,0	9,0 a 17,0	9,0 a 11,0
Gorduras, %	1,9 a 2,5	1,0 a 2,9	2,4 a 2,7
Total de fibras, %	9,0 a 13,0	10,0 a 18,0	13,0 a 17,0
Cinzas, %	1,1 a 1,8	1,1 a 3,0	1,7 a 2,0
NSP ¹ , %	8,9	11,5	13,5
Pentosanas solúveis ² , %	1,1	1,2	2,7
Pentosanas insolúveis ² , %	3,9	5,6	4,9

¹ NSP: polissacarídeos não amiláceos.

² Pentosanas: compostas principalmente por arabinose e por xilose.

Annison e Choct, 1994.

7.4.2.1 - Estrutura

Os polissacarídeos são polímeros de açúcares simples ou monossacarídeos, unidos por ligações específicas conhecidas como ligações glicosídicas, as quais são formadas entre os grupos hemiacetal de um açúcar com o grupo hidroxil de outro. O

número de ligações glicosídicas possíveis entre monossacarídeos é cinco para a hexose e quatro para a pentose. Essas são identificadas referindo-se aos átomos de carbono de cada açúcar envolvidos na ligação e pela orientação dos átomos de oxigênio hemiacetal (β ou α).

A solubilidade é uma propriedade importante, determina a atividade antinutricional dos NSP nas dietas. Esta é determinada não apenas pela estrutura primária destes compostos, mas, também, como estes se encontram aderidos aos outros compostos.

Os polissacarídeos encontrados nos alimentos fazem parte dos compostos da parede celular. Como tal, devem ser considerados, visto que, não são compostos independentes mas, se encontram associados com outros componentes como proteínas, lignina e outros polissacarídeos. As células da parede vegetal são estruturas bifásicas, altamente organizadas, constituídas por diferentes polissacarídeos, polifenóis, glicoproteínas e glicolipídios. Os compostos estão arranjados em três padrões distintos: os polissacarídeos fibrilares, especialmente a celulose; os polissacarídeos da matriz, como as hemiceluloses e pectina; as substâncias incrustadas, onde se destaca a lignina. As concentrações destes compostos variam entre as plantas, entre os diferentes tecidos da mesma planta, estágio de desenvolvimento, local e as condições de clima e solo nas quais se desenvolveu o cultivo.

Enquanto a celulose é muito pouco variável entre as plantas, os tipos e os níveis dos polissacarídeos da matriz apresentam diferenças consideráveis entre as espécies. Nas monocotiledôneas, como os cereais, os polissacarídeos principais são as arabinoxilanas e as β - glucanas. No trigo predominam as arabinoxilanas, enquanto na cevada e no triticale, as β - glucanas. Os cereais são livres de substâncias pécticas, encontradas nas dicotiledôneas, como as leguminosas.

7.4.2.2 - Propriedades físicas dos polissacarídeos não amiláceos

Muitas das atividades antinutritivas dos polissacarídeos não amiláceos são atribuídas diretamente aos polissacarídeos solúveis. Os polissacarídeos insolúveis são praticamente descartados, embora estes também apresentem efeito na taxa de passagem da digesta e na retenção de água.

A maioria dos polissacarídeos solúveis quando dissolvidos em água produz soluções viscosas. A viscosidade depende do tamanho, estrutura da molécula, se esta é ramificada ou linear, da presença de grupos ionicamente carregados e da

concentração destes. Os polissacarídeos aumentam as viscosidades em baixas concentrações, pela interação direta com as moléculas de água. À medida que aumentam em concentração, os polissacarídeos interagem entre si, formando uma rede interligada. Este processo provoca um aumento na viscosidade e é dependente da formação de zonas de ligação entre as moléculas. Os polissacarídeos insolúveis também apresentam a capacidade de reter água, mas se comportam como se fossem esponjas, não formando géis.

Uma vez que apresentam carga iônica positiva e negativa (sendo esta mais freqüente), os polissacarídeos não amiláceos apresentam superfícies hidrofóbicas e hidrofílicas. Quando em solução podem se associar a partículas carregadas dos alimentos e a nutrientes como lipídios, aminoácidos, íons e cátions da dieta ou também, com o glicocálix, estrutura associada à absorção de nutrientes localizada na parede do trato digestivo.

Sabe-se que a viscosidade afeta a digestão dos lipídios. No entanto, o mecanismo que provoca este efeito ainda não está bem definido. Existem alguns mecanismos fisiológicos e antinutricionais associados que podem ser uma consequência do aumento da viscosidade. A viscosidade pode dificultar a difusão e o transporte da lipase, de óleos e das micelas de sais biliares, dentro do conteúdo do trato gastrointestinal. Somando-se a isto, a viscosidade pode reduzir a intensidade de contato entre os nutrientes e as secreções digestivas e reduzir ou dificultar o transporte até a superfície do epitélio. Não se verifica um efeito da viscosidade sobre a atividade de enzimas, no entanto, pode haver um aumento das secreções pancreática e biliar. Uma baixa concentração de sais biliares no intestino delgado limita a capacidade de digestão e absorção de óleos e gorduras.

A formação de géis e pectina aumenta a espessura da barreira aquosa que protege o epitélio intestinal, dificultando a absorção dos nutrientes como os ácidos graxos e os monoacilglicerídeos. Ocorre um aumento na produção de enterócitos com a alteração na morfologia das vilosidades e microvilosidades. Estas apresentam na sua membrana, uma proteína transportadora que se une às moléculas dos ácidos graxos, facilitando a absorção destes. Também ocorre aumento na produção de muco e nas perdas endógenas de gordura e nitrogênio.

7.4.2.3 - Interação viscosidade e microflora intestinal

A principal causa da perda de digestibilidade das gorduras quando da ingestão de alimentos contendo

polissacarídeos não amiláceos, parece estar associada ao aumento da viscosidade do lúmen do intestino delgado. No entanto, é importante salientar que a microflora pode, ao menos parcialmente, ser responsável pelos efeitos prejudiciais.

Alguns pesquisadores observaram que os efeitos deletérios das pentosanas do trigo na digestibilidade da matéria seca, da proteína e dos ácidos graxos de cadeia longa, foram menos pronunciados em aves cectomizadas do que em aves inteiras, evidenciando um efeito da microflora cecal. Outros observaram que o efeito da viscosidade sobre a digestibilidade em aves livres de microorganismos foi reduzido. Portanto, é possível admitir que a viscosidade dos polissacarídeos não amiláceos solúveis precisa primeiro modificar a atividade bacteriana, para em seguida reduzir a digestibilidade da gordura (Tab. 21).

Tab. 21 - Efeito da concentração de carboximetil celulase (CMC) na viscosidade da digesta e digestibilidade da gordura em aves livres de germes.

Viscosidade da digesta (cP)	0% CMC	0,5% CMC	1 CMC
Intestino delgado superior ¹	4	9	18
Intestino delgado inferior ²	6	19	92
Digestibilidade da gordura (%)	85	85	83

¹ Da moela ao divertículo de Meckel's;

² Do divertículo de Meckel's ao esfíncter ileocecal.
Smits e Annison, 1996.

O aumento da atividade bacteriana pode causar um aumento na deconjugação dos ácidos biliares, e isto pode dificultar o retorno destes ao fígado e sua subsequente reciclagem na bile, resultando em perda na digestibilidade da gordura, em função da redução na concentração dos sais biliares na digesta e/ou má absorção pela parede intestinal.

8- Referências Bibliográficas

ADEOLA, O.; YOUNG, L. G.; MCMILLAN, E. G.; MORAN JUNIOR, E. T. Comparative protein and energy value of AOC wintry triticales and corn for pigs. *Journal of Animal Science*, v. 63, n. 6, p.1854-1861, 1986.

ADEOLA, O.; YOUNG, L. G.; MCMILLAN, I. OAC Wintry triticales in diets of growing swine. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 67, n. 1, p.187-189, 1987.

AL-ATHARI, A. K.; GUENTER, W. Nutritional value of triticales (Carman) for broiler diets. *Animal Feed Science and Technology*, v. 22, n.1/2, p.19-130, 1988.

ANNISON, G.; CHOCT, M. Plant polysaccharides: their physiochemical properties and nutritional roles in monogastric animals. In: ALTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 10., 1994, Biotechnology in the feed industry. Proceedings of Altech's tenth annual symposium. p.51-66, 1994.

BAIER, A. C. Potencialidades do triticales no Brasil. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE TRITICALE, 4., 1995, Chapecó, SC. *Anais...* Chapecó: EPAGRI/CPPT, 1995. p. 8-23.

BAIER, A. C. Triticales, obstáculos vencidos e desafios futuros. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRITICALE, 6., 1998, Chapecó, SC. *Anais...* Chapecó: EPAGRI/CPPT, 1998. p. 9-21.

BAIER, A. C. Potential of triticales in Southern Brazil. In: SYMPOSIUM, 2, 1990, Passo Fundo. *Proceedings...* México: CIMMYT/EMBRAPA-CNPT/ITA, 1991. p. 9-13.

BAIER, A. C. Uso potencial de triticales para silagem. Passo Fundo: Embrapa - CNPT, 1997. 36 p. (Embrapa - CNPT. Documentos, 38).

BAIER, A. C.; NEDEL, J. L. Potencial do triticales no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 20, n.1, p.57-67, 1985.

BAIER, A. C.; NEDEL, J. L. Triticales in Brazil. In: TRITICALE INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 1986, Sydney. AIAS, 1986. p. 270-282. (AIAS. Occasional Publication, 24).

BAIER, A. C.; NEDEL, J. L.; REIS, E. M.; WIETHÖLTER, S. Triticales cultivo e aproveitamento. Passo Fundo: Embrapa -CNPT, 1994. 72p. (Embrapa -CNPT. Documentos, 19).

BAIER, A. C.; DÁVALOS, E. D.; LIMA, G. J. M. M. de; NONES, K.; KLEIN, C. H. Produtividade e concentração de nutrientes em triticales. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRITICALE, 7., 2000, Guarapuava, PR. *Anais...* Guarapuava: 2000, p.16-32.

BELLAVER, C.; ZANOTTO, D. L.; BRUM, P. A. R. de; GUIDONI, A. L.; LIMA, G. J. M. M. de. Coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos em ingredientes para rações, determinados com suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu, SP. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998. p.342-344.

BRAGG, D. B.; SHARBY, T. F. Nutritive value of triticales for broiler chick diets. *Research Notes. Poultry Science*, v. 49, n. 4, p. 1022-1026, 1970.

BRUM, P. A. R. de; ZANOTTO, D. L.; GUIDONI, A. L.; ROSA, P. S. Uso do triticales em dietas para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1996, Campinas, SP. *Anais*. Campinas: FACTA, 1996. p. 47.

BRUM, P. A. R. de; ZANOTTO, D. L.; GUIDONI, A. L.; LIMA, G. J. M. M. de. Utilização do triticales em rações para frangos de corte. *Concórdia : EMBRAPA-CNPSA*, 1997. 2p. (EMBRAPA-CNPSA. Instrução Técnica para o Avicultor, 2).

BRUM, P. A. R. de; ZANOTTO, D. L.; GUIDONI, A. L.; ROSA, P. S.; LIMA, G. J. M. M.; VIOLA, E. S. Triticales em dietas para frangos de corte. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, n.2, p.229-239, 2000.

CHARLES, O. W. Production responses of broilers and laying hens to two cultivars of triticales. In: GEORGIA NUTRITION CONFERENCE FOR THE FEED INDUSTRY, 1985, Atlanta. *Proceedings...* Atlanta: [s.n.], 1985. p. 97-113.

CHOCT, M.; ANNISON, G.; TRIMBLE, R. Soluble wheat pentosans exhibit different anti-nutritive activities in intact and cecectomized broiler chickens. *Journal of Nutrition*, v.122, n.12, p. 2457-2465, 1992.

COFFEY, M. T.; GERRITS, W. Digestibility and feeding value of B858 triticales for swine. *Journal of Animal Science*, v. 66, n.11, p.2728-2735, 1988.

CORNEJO, S.; POTOENJAK, J.; HOLMES, H. G.; ROBINSON, D. W. Comparative nutritional value of triticales for swine. *Journal of Animal Science*, v. 36, n. 1, p. 87-89, 1973.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. *Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves*. Concórdia: Embrapa-CNPSA, 1991. 97 p. (Embrapa-CNPSA. Documentos, 19).

ERICKSON, J. P. Triticales as a replacement for other grains in swine diets. East Lansing: Michigan Agricultural Experiment Station, 1979. p. 86-91. (Report, 383).

ERICKSON, J. P.; MILLER, E. R.; ELLIOTT, F. C.; KU, P. K.; ULREY, D. E. Nutritional evaluation of triticales in swine starter and grower diets. *Journal of Animal Science*, v. 48, n. 3, p. 547-553, 1979.

ERICKSON, J. P.; MILLER, E. R.; BERGEN, W. G.; ELLIOTT, F. C. An evaluation of several winter selections of triticales as a source of protein and energy for weanling pigs. *Journal of Animal Science*, v. 46, n. 2, p. 417-424, 1978.

FAYEZ, E. Y.; NEDAL, H. O.; MOUSA, A. Nutritive value and feed efficiency of broiler diets containing different levels of triticales. In: GUEDES-PINTO, H.; DARVEY, N.; CARNIDE, V. P. *Triticales: Today and tomorrow*. Dordrecht: Kluwer, 1996. p. 819-826. (Developments in Plant Breeding, 5).

FERNANDEZ, R.; MCGINNIS, J. Nutritive value of triticales for young chicks and effect of different amino acid supplements on growth. *Poultry Science*, v. 53, n. 1, p. 47-53, 1974.

FERNANDEZ, R.; KIM, S. M.; BUENROSTRO, J. L.; MCGINNIS, J. Triticales and rye as main ingredients in diets for laying hens. *Poultry Science*, v. 52, n. 6, p. 2244-2252, 1973.

FERNANDEZ, R.; LUCAS, E.; MCGINNIS, J. Comparative nutritional value of different cereal grains as protein sources in a modified chick bioassay. *Poultry Science*, v. 53, n. 1, p. 39-46, 1974.

FERREIRA, A. S.; LIMA, G. J. M. M.; ZANOTTO, D. L.; BASSI, L. J. Triticales como alimento alternativo para suínos em crescimento e terminação. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 21, n. 2, p. 300-308, 1992.

FOSSATI, D.; FOSSATI, A.; FEIL, B. Concentrations of minerals in the grains of a high and a low protein winter triticales. In: GUEDES-PINTO, H.; DARVEY, N.; CARNIDE, V. P. *Triticales: Today and tomorrow*. Dordrecht: Kluwer, 1996. p. 793-797. (Developments in Plant Breeding, 5).

FURLAN, A. C.; MIKAMI, F.; MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; MURAKAMI, A. E. Uso do triticales (*Triticum turgidosecale*) na alimentação de suínos em crescimento (25-60 kg). *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 28, n. 5, p.1042-1049, 1999.

- GATEL, F.; LAVOREL, O.; FEKETE, J.; GROS JEAN, F.; CASTAING, J. Feeding value of triticale for monogastrics: weaned piglets, growing-finishing pigs and broilers. In: EUCARPIA MEETING OF THE CEREAL SECTION ON TRITICALE, 3., 1985, Clermont Ferrand. Genetics and breeding of triticale. Paris: INRA, 1985. p. 660-670.
- GOMES, M. F. M.; GIROTTI, A. F.; TALAMINI, D. J. D.; LIMA, G. J. M. M.; MORES, N.; TRAMONTINI, P. Análise prospectiva do complexo agroindustrial de suínos do Brasil. Concórdia: EMBRAPA, CNPSA, 1992. 108 p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 26).
- HALE, O. M.; UTLEY, P. R. Value of Beagle 82 triticale as substitute for corn and soybean meal in the diets of pigs. *Journal of Animal Science*, v. 60, n. 5, p. 1272-1279, 1985.
- HALE, O. M.; MOREY, D. D.; MYER, R. O. Nutritive value of Beagle 82 triticale for swine. *Journal of Animal Science*, v. 60, n. 2, p. 503-510, 1985.
- HILL, G. M. Quality: triticale in animal nutrition. In: INTERNATIONAL TRITICALE SYMPOSIUM, 2., 1990, Passo Fundo, RS. *Proceedings...* México: CYMMIT/EMBRAPA-CNPT/ITA, 1991. p. 422-427.
- LETERME, P.; THÉWIS, A.; TAHON, F. Nutritive value of triticale in pigs as a function of its chemical composition. In: INTERNATIONAL TRITICALE SYMPOSIUM, 2., 1990, Passo Fundo, RS. *Proceedings...* México: CYMMIT/EMBRAPA-CNPT/ITA, 1991. p. 442-444.
- LIMA, G. J. M. M. de. Grãos de alto valor nutricional para a produção de aves e suínos: oportunidades e perspectivas. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. A produção animal na visão dos brasileiros. Piracicaba: SBZ, 2001. p. 178-194.
- LIMA, G. J. M. M. de; BAIER, A. C.; NONES, K.; BELLAVER, C.; BRUM, P. A. R.; ZANOTTO, D. L. Valor nutricional para suínos de dois cultivares de triticale cultivados em quatro locais. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba, SP. *Anais...* Piracicaba: SBZ, 2001. p. 879 - 881.
- LIMA, G. J. M. M. de; BELLAVER, C. Grãos de valor agregado na produção de rações para aves e suínos. In: REUNIAO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRITICALE, 4., 1998, Chapecó, SC. *Anais...* Chapecó: EPAGRI/CPPP, 1998. p. 48-53.
- LIMA, G. J. M. M. de; VIOLA, E. S. Ingredientes energéticos: trigo e triticale na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas, SP. *Anais...* Campinas: CBNA, 2001. p. 33-76.
- LIMA, G. J. M. M. de; ZANOTTO, D. L.; BAIER, A. C. Determinação da composição química e do valor nutricional de três cultivares de triticale. In: REUNIAO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRITICALE, 5., 1996, Ponta Grossa, PR. *Anais...* Ponta Grossa: IAPAR, 1996. p. 56-57.
- LUN, A. K.; SMULDERS, J. A. H. M.; ADEOLA, O. Digestibility and acceptability of OAC Wintri triticale by growing pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 68, n. 2, p. 503-510, 1988.
- MAC KEY, I. Taxonomy of ryewheat. In: INTERNATIONAL TRITICALE SYMPOSIUM, 2., 1990, Passo Fundo, RS. *Proceedings...* México: CYMMIT/EMBRAPA-CNPT/ITA, 1991. p. 36-40.
- MARQUES, V. A.; AVILA, E. G. Effect of amino acid supplementation to triticale diets. Research notes. *Poultry Science*, v. 53, n. 3, p. 1231-1233, 1974.
- MCCARTNEY, D. H.; VAAGE, A. S. Comparative yield and feeding value of barley, oat and triticale silages. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 74, n. 1, p. 91-96, 1994.
- MYER, R. O.; BRENDENMUHL, J. H.; BARNETT, R. D. Synthetic amino acid supplementation of triticale and Wheat based diets for growing-finishing pigs. In: GUEDES-PINTO, H.; DARVEY, N.; CARNIDE, V. P. *Triticale: Today and tomorrow*. Dordrecht: Kluwer, 1996. p. 813-817. (Developments in Plant Breeding, 5).
- MYER, R. O.; BARNETT, R. D.; CORNELL, J. A.; COMBS, G. E. Nutritive value of diets containing triticale and varying mixtures of triticale and maize for growing-finishing swine. *Animal Feed Science and Technology*, v. 22, n. 3, p. 217-225, 1989.
- MYER, R. O.; BARNETT, R. D. Triticale Beagle 82 as an energy protein source in diets for starting and growing-finishing swine. *Nutrition Reports International*, v. 31, n. 1, p. 181-190, 1985.
- PETTERSSON, D.; AMAN, P. Composition and productive value for broiler chickens of wheat, triticale and rye. In: INTERNATIONAL TRITICALE SYMPOSIUM, 2., 19*90, Passo Fundo, RS. *Proceedings...* México: CYMMIT, EMBRAPA-CNPT/ITA, 1991. p. 546-549.
- POND, W. G.; MANER, J. H. Grain and grain by-product energy sources. In: POND, W. G.; MANER, J. H. *Swine production and nutrition*. Westport, AVI Publishing Company, 1984. cap. 12, p. 283-286.
- POND, W. G.; MANER, J. H.; HARRIS, D. L. Feedstuffs. In: POND, W. G.; MANER, J. H.; HARRIS, D. L. *Pork production systems*. New York, Van Nostrand Reinhold, 1991. p. 238-239.
- PROUDFOOT, F. G.; HULAN, H. W. Nutritive value of triticale as a ingredient for broiler chickens. *Poultry Science*, v. 67, n. 4, p. 1743-1749, 1988.
- RADECKI, S. V.; MILLER, E. R. Triticale. In: THACKER, P. A.; KIRKWOOD, R. N. *Non traditional feed sources for use in swine production*. Boston, Butterworths, 1990, p. 493-499.
- RAO, D. R.; JOHNSON, M.; SUNKI, G. R. Replacement of maize by triticale in broiler diets. *British Poultry Science*, v. 17, n. 2, p. 269-274, 1976.
- REDDY, N. V.; RAO, D. R.; SUNKI, G. R. Comparison of maize, wheat and triticale in broiler diets. *British Poultry Science*, v. 20, n. 2, p. 357-362, 1979.
- ROYO, C. El triticale: bases para el cultivo y aprovechamiento. Madrid. Ediciones Mundi-Prensa, 1992, 100 p.
- RUIZ, N.; MARION, J. E.; MILES, R. D.; BARNETT, R. B. Nutritive value of new cultivars of triticale and wheat for broiler and chick diets. *Poultry Science*, v. 66, n. 1, p. 90-97, 1987.
- RUNDGREN, M. Evaluation of triticale given to pigs, poultry and rats. *Animal Feed Science and Technology*, v. 19, n. 3, p. 359-375, 1988.
- SCHNEIDER, S.; VOGEL, R.; WYSS, U. Die eignung von triticale zur bereitung von ganzpflanzensilage. *Landwirtschaft Schweiz*, v. 4, n. 8, p. 407-411, 1991.
- SCHOLTYSSEK, S.; LANDFRIED, K. E.; SWIERCZEWSKA, E. Improvement of broiler rations with domestic polish components (second report: the feeding value of triticale for broilers). *Archiv für geflügelkunde*, v. 50, n. 1, p. 20-25, 1986.
- SHIMADA, A. S.; MARTÍNEZ, L.; BRAVO, O. Studies on the nutritive value of triticale for growing swine. *Journal of Animal Science*, v. 33, n. 6, p. 1266-1269, 1971.
- SHIMADA, A.; CLINE, T. R.; ROGLER, J. C. Nutritive value of triticale for the nonruminant. *Journal of Animal Science*, v. 38, n. 5, p. 935-940, 1974.
- SMITH, R. L.; JENSEN, L. S.; HOVELAND C. S.; HANNA, W. W. Use of pearl millet, sorghum and triticale grain in broiler diets. *Journal of Production and Agriculture*, v. 2, n. 1, p. 78-82, 1989.
- SMITS, C. H. M.; ANNISON, G. Non starch plant polysaccharides in broiler nutrition: towards a physiologically valid approach to their determination. *World's Poultry Science Journal*, v. 52, n. 2, p. 203-221, 1996.
- SVOBODA, L. M. Qualidade tecnológica dos cultivares e linhagens participantes do Ensaio Brasileiro de Triticale nos anos de 1987 e 1988. In: REUNIAO BRASILEIRA DE TRITICALE, 1989, Cascavel, PR. *Anais...* Cascavel: IAPAR, 1990. p. 263-271.
- WALSH, G. A.; POWER, R. F.; HEADON, D. R. Enzymes in the animal feed industry. *Trends in Biotechnology*, v. 11, n. 10, p. 946-957, 1993.
- WILSON, B. J.; MCNAB, J. M. The nutritive value of triticale and rye in broiler diets containing field beans. *British Poultry Science*, v. 16, n. 1, p. 17-22, 1975.
- ZANOTTO, D. L.; GUIDONI, A. L.; LIMA, G. J. M. M. Triticale em dietas de suínos na fase terminação. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: SBZ, 1997a. p. 155-157.
- ZANOTTO, D. L.; GUIDONI, A. L.; MONTICELLI, C. J. Triticale em dietas de leitões após o desmame. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: SBZ, 1997b. p. 96-98.
- ZARDO, A. O.; LIMA, G. J. M. M. Alimentos para suínos. *Bipers*, Concórdia, SC, v. 12, p. 1-71, 1999.

Circular Técnica, 28

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Suínos e Aves
Endereço: Br 153, Km 110,
Vila Tamanduá, Caixa postal 21,
89700-000, Concórdia, SC
Fone: 49 4428555
Fax: 49 4428559
E-mail: sac@cnpsa.embrapa.br

1ª edição
1ª impressão (2001): tiragem: 200

Comitê de Publicações

Presidente: Paulo Roberto Souza da Silveira
Membros: Paulo Antônio Rabenschlag de Brum, Jean Carlos Porto Vilas Bôas Souza, Janice Reis Ciacci Zanella, Carlos Eugênio Soto Vidal, Claudio Bellaver.

Revisores Técnicos

Cícero Juliano Monticelli e Alfredo do Nascimento Júnior.

Expediente

Tratamento Editorial: Tânia Maria Biavatti Celant.
Normalização bibliográfica: Irene Zanatta Pacheco Camera.